

УТВЕРЖДАЮ

Врио директора

ФГБУН Институт теоретической

и экспериментальной биофизики РАН,

д.ф.-м.н. Чуев Г.Н.



«28» марта 2024 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Институт теоретической и экспериментальной биофизики

Российской академии наук

Диссертация Панаита Артема Игоревича «Разработка метода обеспечения микробиологической безопасности производства продуктов питания и их качества с применением электрохимически активированных растворов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.5. - «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ», выполнена в лаборатории функциональной микроскопии биоструктур ИТЭБ РАН.

В 2008 году соискатель Панаит Артем Игоревич окончил Белгородский государственный университет (БелГУ) по направлению «Биология» по специализации «Биология», имеет диплом магистра биологии по направлению «Биология» (ПушГУ, 2010 г.). В 2010 году поступил и в 2013 году окончил очную аспирантуру Института теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук (ИТЭБ РАН) по специальности 03.01.02. - «Биофизика». Справка о сданных о сданных кандидатских экзаменах №844 выдана 13.03.2024 г.: История и философия науки - отлично, 04.06.2011; Английский язык - хорошо, 23.05.2013; Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ - отлично, 30.11.2023.

В период подготовки диссертации соискатель Панаит Артем Игоревич работал и работает по настоящее время в ИТЭБ РАН младшим научным сотрудником.

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент Суворов Олег Александрович работает в должности профессора кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», ведущего научного

сотрудника лаборатории функциональной микроскопии биоструктур ИТЭБ РАН и в рамках соглашения о научно-техническом сотрудничестве между ИТЭБ РАН и РОСБИОТЕХ от 26.05.2023 г.

По итогам обсуждения диссертации «Разработка метода обеспечения микробиологической безопасности производства продуктов питания и их качества с применением электрохимически активированных растворов» принято заключение:

Оценка выполненной соискателем работы. Диссертационная работа Панаита А.И. является самостоятельным завершённым исследованием, направленным на разработку метода обеспечения микробиологической безопасности производства продуктов питания и их качества с применением электрохимически активированных растворов (ЭХАР). Исследования Панаита А.И. являются актуальными и соответствующими тенденциями современной науки. Диссертация отвечает критериям, предъявленным к диссертационной работе на соискателя ученой степени кандидата технических наук по специальности «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ».

Личное участие соискателя ученой степени заключается в сборе и анализе литературных данных, планировании и проведении экспериментов, обработке и обобщении результатов исследований, оформлении диссертации и подготовке публикаций.

Степень достоверности результатов, проведенных соискателем ученой степени исследований несомненна, и подтверждается соответствием теоретических данных полученным результатам экспериментальных исследований; обеспечивалась использованием современных методов исследования, совокупностью экспериментальных данных, полученных на сертифицированном метрологически поверенном оборудовании, применением статистических методов обработки и производственными испытаниями.

Научная новизна работы. Выявлена зависимость степени дезинтеграции биопленки от режима использования катодной и анодной фракций ЭХАР, различающихся по химическому составу, значениям рН и окислительно-восстановительного потенциала (ОВП).

Смоделированы условия очистки трубопровода от клеток молочнокислых бактерий (МКБ) и изучено влияние ЭХАР на интенсивность роста и морфологические характеристики *E. coli* и комплекса МКБ на модельных средах с использованием высокоэффективных методов анализа – сканирующей электронной микроскопии в режиме вторичных электронов (SEM) и времяпролетной масс-спектрометрии вторичных ионов (ToF-SIMS).

Установлена зависимость и механизм подавления жидкостным капельным ЭХА-туманом (среда «Сухой туман») и анолитом микробиоты сырья растительного происхождения на модели поверхности плодоовощной продукции.

Получены новые данные о влиянии ЭХА-воды на количество и качество клейковины, ее растяжимость и гидратацию, водоудерживающую способность муки, подъемную силу дрожжей, быстроту подъема теста и качество хлеба.

Получены новые данные о влиянии ЭХА-воды на уровень микробной контаминации мясных рубленых полуфабрикатов с сохранением влажности, массовой доли белка и жира.

Получены новые данные о вязкости растворов альбумина в ЭХА-воде, конформационных изменениях молекул белка.

На примере водного раствора агар-агара выявлено, что электрохимическая активация воды является способом снижения его вязкости без уменьшения концентрации основного вещества и/или введения добавок.

Практическая значимость и реализация результатов работы. Разработаны многофункциональный циркуляционный реактор для формирования и исследования бактериальной пленки и новые методы ее моделирования на поверхностях производственных объектов (модели водопровода, молокопровода, конструктивного узла, тепличного производства) и плодоовощной продукции.

Разработан комплексный метод структурного исследования контактирующих с пищевыми средами материалов, тест-объектов, белков, липидов, полисахаридов на основе применения SEM и ToF-SIMS, позволяющий контролировать микробиологическую безопасность и качество технологических процессов.

Создана экологически чистая система обеззараживания материалов, сырья и продуктов посредством использования ЭХАР, исключая вредное воздействие традиционно применяемых дезинфицирующих средств на организм человека.

Разработаны установка для подготовки водных растворов (Пат. №213020) и устройство для обработки плодоовощной продукции жидкостным капельным туманом (среда «Сухой туман») ЭХА-воды (Пат. №198829).

В условиях реального производства продуктов общественного питания (ФГБОУ ВО «МАИ (НИУ)», ООО «Оазис МСК») успешно проведена апробация разработанных технологических решений и режимов применения ЭХА-воды для обеспечения микробиологической безопасности и повышения качества пищевых продуктов. Результаты работы подтверждены актом внедрения в производство (ООО «РеалГрупп»).

Разработан способ безреагентной технологической коррекции ЭХА-водой свойств теста из муки пониженного качества за счет регулирования свойств пищевой системы путем изменения свойств ее водной основы без введения дополнительных пищевых добавок и улучшителей. В зависимости от содержания и качества клейковины используется анолитная или католитная фракция с заданными показателями ОВП и рН.

На основании лабораторно-производственных испытаний (АО «Черкизовский мясоперерабатывающий завод») определено, что применение ЭХА-воды в технологии мясных рубленых полуфабрикатов повышало их микробиологическую безопасность при хранении.

Результаты работы внедрены в учебный процесс Института пищевых систем и здоровьесберегающих технологий ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ» и используются при подготовке бакалавров (по направлениям 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания», 43.03.01 «Сервис»), магистров (19.04.04 «Технология продукции и организация общественного питания») и аспирантов (19.06.01 «Промышленная экология и биотехнологии»).

Результаты исследований использованы при реализации проектов при поддержке Российского научного фонда: № 16-16-00020 «Исследование механизмов влияния метастабильных электрохимически активируемых веществ на биологические системы разного уровня организации для разработки новых подходов к обеспечению микробиологической безопасности и повышению эффективности сельскохозяйственного производства» (2016–2018 гг.); № 17-76-20014 «Разработка экологически чистой системы обеззараживания объектов агропромышленного комплекса посредством электрохимически активированных растворов: архитектура, функция и дезинтеграция биопленок» (2017–2020 гг.); № 20-16-00019 «Развитие методов зеленой электрохимии для повышения эффективности пищевого производства: молекулярные, поликомпонентные и клеточные биологические мишени электрохимически активированного водного раствора» (2020–2022 гг.).

Полнота изложения материалов диссертации в научных работах соискателя.

По теме диссертации опубликовано 28 печатных работ, в том числе 8 статей в журналах, индексируемых Web of Science Core Collection или Scopus; 4 статьи в рецензируемых журналах из перечня, рекомендуемого ВАК; 2 монографии; 2 патента; 12 публикаций в сборниках научных трудов.

Публикации автора по теме диссертации

Статьи, индексируемые в базах цитирования Web of Science или Scopus

1. Pogorelov, A. G. The effect of an electrochemically activated water solution on plant polysaccharides: phenomenology and spectrometry / A. G. Pogorelov, L. G. Ipatova, **A. I. Panait**, M. A. Pogorelova, A. A. Gulin, V. N. Pogorelova // Biophysic. – 2023. – V.68(5). – P. 705-711. DOI: 10.1134/S0006350923050226
2. Pogorelov, A. G. Impact of a redox balance on polysaccharides in an aqueous solution / A. G. Pogorelov, A. A. Gulin, V. N. Pogorelova, **A. I. Panait**, A. Stankevich, M. A. Pogorelova // Physics of wave phenomena. – 2022. – V.30(3). – P. 209-216. DOI: 10.3103/S1541308X22030086
3. Pogorelov, A. G. Bacterial film disintegration with electrochemically reduced water / A. G. Pogorelov, A. L. Kuznetsov, **A. I. Panait**, M. A. Pogorelova, O.

A. Suvorov, G. R. Ivanitskii // Doklady biochemistry and biophysics. – 2019. – V.486(1). – P. 206-208. DOI: 10.1134/S1607672919030098

4. Pogorelov, A. G. Destruction of a bacterial biofilm with an electrochemically activated solution / A. G. Pogorelov, A. L. Kuznetsov, V. N. Pogorelova, O. A. Suvorov, **A. I. Panait**, M. A. Pogorelova // Biophysics. – 2019. – V.64(4). – P. 583-587. DOI: 10.1134/S000635091904016X

5. Pogorelova, M. A. Inhibiting effect of electrochemically activated aqueous solutions on growth biofilms. / M. A. Pogorelova, O. A. Suvorov, S. Y. Volozhaninova, I. V. Kozlov, **A. I. Panait**, A. G. Pogorelov // International journal of pharmaceutical research and allied sciences. – 2019. – V.8(2). – P.150–156. WOS: 000476734400004.

6. Pogorelov, A. G. The use of ToF-SIMS for analysis of bioorganic samples. / A. G. Pogorelov, A. A. Gulin, V. N. Pogorelova, **A. I. Panait**, M. A. Pogorelova, V. A. Nadtochenko // Biophysics. – 2018. – V.63(2). – P. 215-221. DOI: 10.1134/S0006350918020197

7. **Panait, A. I.** The role of OsO₄ fixation in the contrast formation of cellular membrane structure / A. I. Panait, A. G. Pogorelov // Journal of bioenergetics and biomembranes. – 2018. – P. 568–569. DOI: 10.1007/s10863-018-9775-7

8. Pogorelov, A. G. Disintegration of bacterial film by electrochemically activated water solution / A. G. Pogorelov, O. A. Suvorov, A. L. Kuznetsov, **A. I. Panait**, M. A. Pogorelova, L. G. Ipatova // Bulletin of experimental biology and medicine. – 2018. – V.165(4). – P.493–496. DOI: 10.1007/s10517-018-4202-y

Статьи в изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных журналов ВАК при Минобрнауки России

9. Погорелов, А. Г. Влияние электрохимически активированной воды на показатели качества теста и изделий из пшеничной муки / А. Г. Погорелов, **А. И. Панаит**, А. Л. Кузнецов, Е. Н. Молчанова, О. А. Суворов, Л. Г. Ипатова // Техника и технология пищевых производств. – 2022. – Т.52(1). – С. 156–167.

10. Попова, А. И. Использование электрохимически активированной воды для повышения биологической безопасности в прикладной биотехнологии / А. И. Попова, **А. И. Панаит**, О. А. Суворов, А. Л. Кузнецов, Л. Г. Ипатова, А. Г. Погорелов // Вестник Южно-Уральского Государственного Университета. Серия «Пищевые и Биотехнологии». – 2021. – Т.9(3). – С. 5–13.

11. Суворов, О. А. Биологические эффекты и основные механизмы влияния электролизованной восстановленной воды на человека / О. А. Суворов, **А. И. Панаит**, С. Ю. Воложанинова, А. Л. Кузнецов, Л. Г. Ипатова, А. Г. Погорелов // Вестник Южно-Уральского Государственного Университета. Серия «Пищевые и Биотехнологии». – 2020. – Т.8(4). – С. 104–110.

12. Погорелова, М. А. Актуальные проблемы безопасного обеззараживания гидропонных субстратов агропромышленных комплексов / М. А. Погорелова, О. А. Суворов, А. Л. Кузнецов, **А. И. Панаит**, А. Г. Погорелов //

Вестник Южно-Уральского Государственного Университета. Серия: Пищевые и Биотехнологии. – 2020. – Т.8(1). – С. 12–21.

Монографии

13. Погорелов, А.Г. Биологические мишени зелёной электрохимии в технологиях пищевых производств: концепция, методы, приложения / А. Г. Погорелов, В. М. Бахир, Л. Г. Ипатова, И. В. Козлов, А. Л. Кузнецов, **А. И. Панаит**, М. А. Погорелова, О. А. Суворов. – М.: Франтера, 2022. – 208 с.

14. Погорелов, А. Г. Прогрессивная электрохимия и функциональная микроскопия биоструктур в агропищевых и биотехнологиях: монография / А. Г. Погорелов, В. М. Бахир, Л. Г. Ипатова, М. А. Погорелова, М. А. Левачева, О. А. Суворов, А. Л. Кузнецов, И. В. Козлов, **А. И. Панаит**. – М.: Франтера, 2018. – 270 с.

Патенты

15. Пат. №213020 Российская Федерация. Установка для подготовки водных растворов / А. Г. Погорелов, **А. И. Панаит**, А. Л. Кузнецов, О. А. Суворов, Л. Г. Ипатова; ИТЭБ РАН. – №2021133497; заявл. 18.11.2021 ; опубл. 18.08.2022.

16. Пат. №198829 Российская Федерация. Устройство для обработки плодоовощной продукции жидкостным капельным туманом, произведенным из дезинфицирующих средств / М. А. Погорелова, А. Л. Кузнецов, **А. И. Панаит**, О. А. Суворов, И. В. Козлов, А. Г. Погорелов; ИТЭБ РАН. – №2020103420; заявл. 28.01.2020 ; опубл. 29.07.2020.

Статьи в сборниках научных трудов и материалах конференций

17. Погорелов, А. Г. Устойчивость коллоидов на основе электрохимически активированного водного раствора / А. Г. Погорелов, Л. Г. Ипатова, **А. И. Панаит**, А. А. Станкевич, А. А. Погорелова, О. А. Суворов // Актуальные вопросы биологической физики и химии. БФФХ-2023. – 2023. – С. 26.

18. Погорелов, А. Г. Неферментативный гидролиз полисахаридов при измененном окислительно-восстановительном балансе цитоплазмы / А. Г. Погорелов, **А. И. Панаит**, А. А. Станкевич, В. Н. Погорелова // Рецепторы и внутриклеточная сигнализация. – 2023. – С. 725-731.

19. Погорелов, А. Г. Спектрометрия раствора сывороточного альбумина в электрохимически активированной воде / А. Г. Погорелов, Л. Г. Ипатова, А. Л. Кузнецов, В. Н. Погорелова, **А. И. Панаит**, О. А. Суворов // Актуальные вопросы биологической физики и химии. БФФХ-2022. – 2022. – С. 158.

20. **Панаит, А. И.** Экспериментальная модель формирования и дезинтеграции бактериальной пленки / А. И. Панаит // В книге: Теоретическая и экспериментальная биофизика. – 2022. – С. 73-75.

21. Панова, Т. Физико-химические свойства и биологическая безопасность кулинарной продукции из муки и мяса: систематический обзор / Т.

Панова, А. Панаит, Н. Суханова, М. Попова, О. Суворов, А. Погорелов // Цифровое общество: образование, наука, карьера. – 2021. – С. 542-553.

22. Погорелов, А. Г. Спектрометрия растительных полисахаридов в растворе электрохимически активированной воды / А. Г. Погорелов, Л. Г. Ипатова, А. И. Панаит, М. А. Погорелова, А. А. Гулин, В. Н. Погорелова // Актуальные вопросы биологической физики и химии. – 2021. – Т.6(3). – С. 511-515.

23. Погорелов, А. Г. Разрушение бактериальной пленки посредством католита / А. Г. Погорелов, А. Л. Кузнецов, О. А. Суворов, Л. Г. Ипатова, М. А. Погорелова, А. И. Панаит // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность. – 2019. – С. 1289–1292.

24. Погорелова, М. А. Разрушение биопленки посредством электрохимически активированной воды / М. А. Погорелова, А. И. Панаит, О. А. Суворов, А. Л. Кузнецов // Биология – наука XXI века. – 2018. – С. 398–399.

25. Кузнецов, А. Л. Экспериментальное моделирование биопленок для морфологического анализа / А. Л. Кузнецов, М. А. Левачева, А. И. Панаит, О. А. Суворов // Биология – наука XXI века. – 2017. – С. 287.

26. Погорелова, М. А. Исследование и анализ методов культивирования биопленок: планшеты и устройства формирования биопленки / М. А. Погорелова, А. Л. Кузнецов, О. А. Суворов, С. Ю. Воложанинова, А. И. Панаит // Современные исследования – 2017. – 2017. – С. 226–236.

27. Погорелова, М. А. Исследование и анализ методов культивирования биопленок: реакторные системы / М. А. Погорелова, А. Л. Кузнецов, О. А. Суворов, С. Ю. Воложанинова, А. И. Панаит // Инновационное развитие современной науки: проблемы и перспективы. – 2017. – С. 56–63.

28. Погорелов, А. Г. Влияние электрохимически активируемого раствора на регенерацию тонкой кишки: прогноз и эксперимент / А. Г. Погорелов, В. М. Бахир, Л. Г. Ипатова, О. А. Суворов, А. И. Панаит, М. А. Погорелова // Вопросы питания. – 2016. – Т.85(2), Прил. – С. 29.

Основные результаты диссертационного исследования отражены в публикациях. Общий объем опубликованного материала составляет 21,3 п.л.

Диссертационная работа носит завершённый и самостоятельный характер. Текст диссертации представляет собой самостоятельную научно-квалификационную работу

Диссертация «Разработка метода обеспечения микробиологической безопасности производства продуктов питания и их качества с применением электрохимически активированных растворов» Панаита Артема Игоревича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.5 – «Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ».

Заключение принято на заседании секции «Биологическая подвижность – трансмембранный транспорт, рецепция и сигнализация» ученого совета ФГБУН Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН.

Присутствовало на заседании 18 человек.

Результаты голосования: «за» - 18 чел., «против» - нет, «воздержалось» - нет.

Принято единогласно. Протокол № 2 от «26» марта 2024г.



Председатель секции,
д.б.н., проф. И.М. Вихлянцев